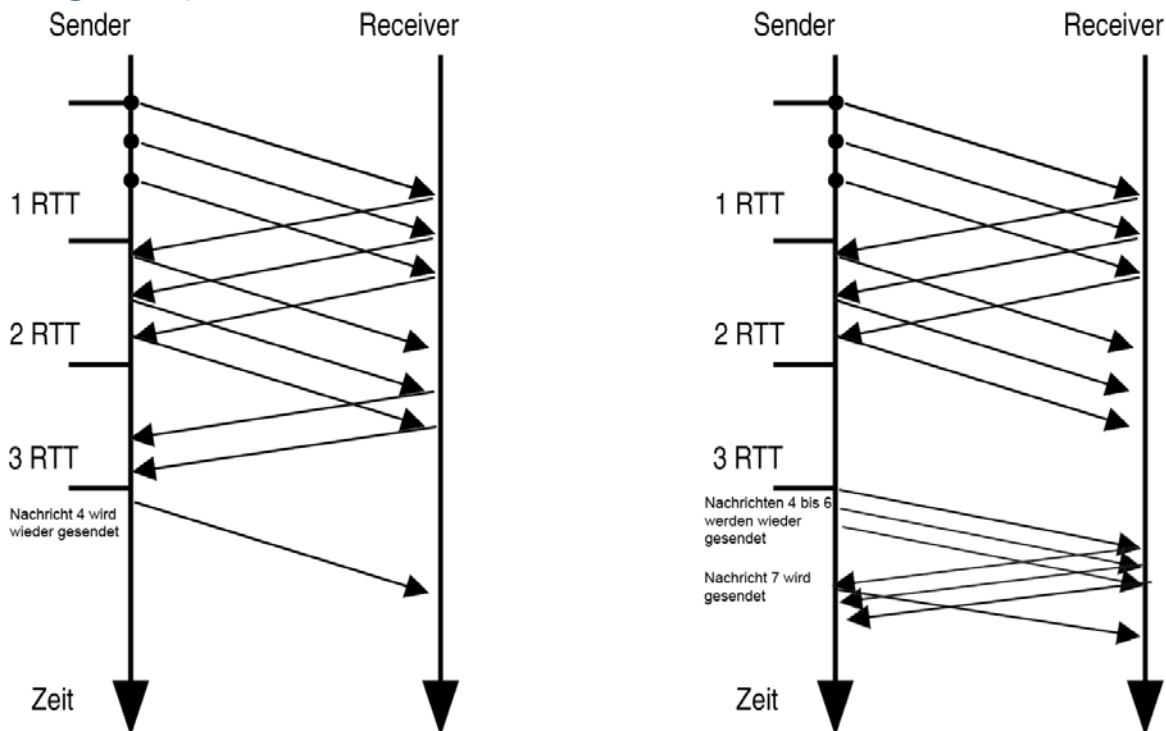


Aufgabe 1)



Aufgabe 2)

Übertragungsrate: 64 kbit/s
 Framegröße: 512 Byte = 4096 bits
 RTT: 540 ms

a) Effektive Übertragungsrate

- für Fenster = 1 Frame

In $540\text{ms} + 4096/64000 = 604\text{ ms}$ darf 1 Frame, also 4096 Bits gesendet werden
 \rightarrow in 1 sek dürfen also $4096 / 604 * 1000 = 6781$ bits gesendet werden
 D.h. es entspricht einer effektiven Rate von **6,8 kbit/s, also 10,6%** ($6,8 / 64$) der maximal-Rate.

- für Fenster = 7 Frame

In 540ms dürfen 7 Frames, also $4096*7 = 28672$ Bits gesendet werden
 \rightarrow in 1 sek dürfen also $28672 / 540 * 1000 = 47470$ bits gesendet werden
 D.h. es entspricht einer effektiven Rate von **47,5 kbit/s, also 74,2%** ($47,5 / 64$) der maximal-Rate.

- für Fenster = 15 Frame

In 540ms dürfen 15 Frame, also $4096*15 = 61440$ Bits gesendet werden
 \rightarrow in 1 sek dürfen also $61440 / 540 * 1000 = 101721$ bits gesendet werden
 D.h. es würde einer effektiven Rate von 101,7 kbit/s entsprechen.
 Da die maximale Rate jedoch 64 kbit/s ist, ist diese auch die effektive Rate.

b) Minimale Fenstergröße:

Die Round Trip Time beträgt $270 \cdot 2 + 4096/64000$, also 604 ms.

Damit eine Auslastung von 100% erreicht wird, muss in diesen 604ms konstant gesendet werden können.

1 Frame braucht $4096/64000 = 0,064s = 64ms$ um gesendet zu werden.

D.h., dass in 604ms $604/64 = 9,4$ Frames gesendet werden können.

Ab **10 Frames** also, wird die Nutzungseffizienz von 100% erreicht.

Aufgabe 3)

Auf allen Teilstrecken ist die Summe der Übertragungsraten kleiner als die maximal erreichbare Rate, außer bei Teilstrecke b.

Hier werden $2 + 8 + 10 + 4$ Mbit/s benötigt, erlaubt sind aber nur 20 Mbit/s.

$20 \text{ Mbit/s} / 4 = 5 \text{ Mbit/s}$, das ist der Durchschnittswert.

Da aber 2 Verbindungen weniger als 5 Mbit/s brauchen, wird die nicht benötigte Übertragungsrate gleichmäßig aufgeteilt. Übrig bleiben 4 Mbit/s und 2 Verbindungen, also kommen auf beide diese Verbindungen weitere 2 Mbit/s.

Somit haben wir auf Teilstrecke b 4 Verbindungen, eine mit 2, eine mit 4 und 2 mit 7 Mbit/s.

D.h.: Rechner 1.2 und 2.1 müssen ihre Geschwindigkeit auf 7 Mbit/s drosseln, alle anderen können mit der gewünschten Geschwindigkeit senden.